



Mercado Chileno del ácido sulfúrico al año 2031

DEPP 27/2022

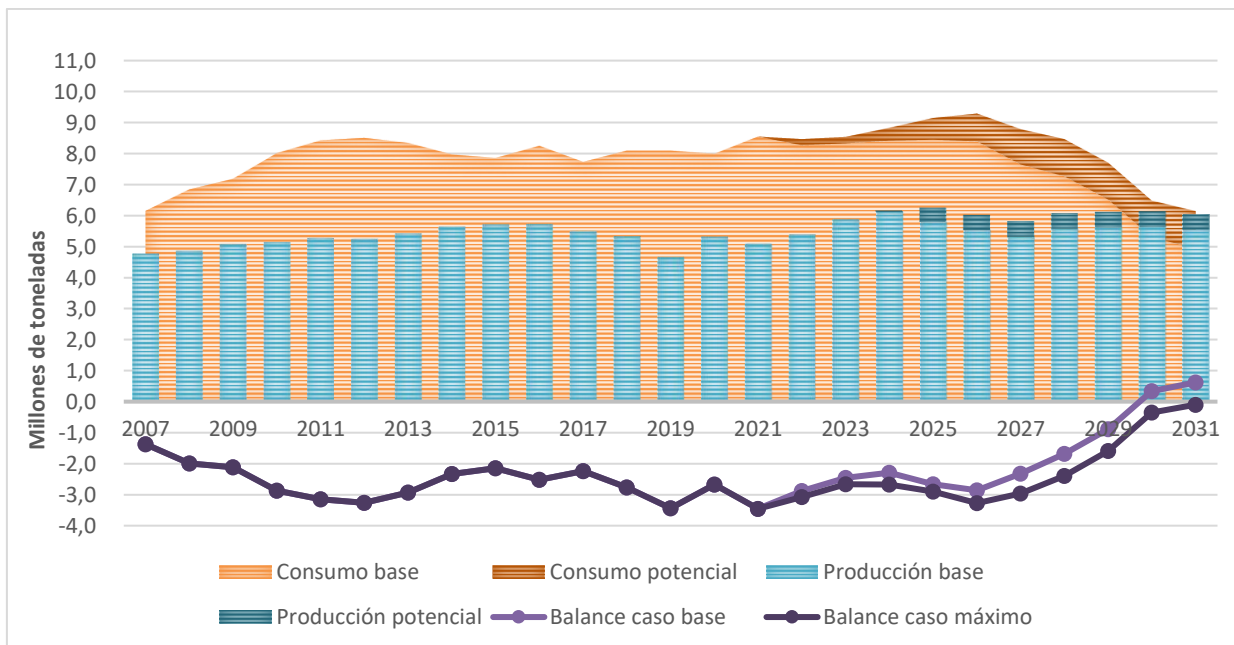
Resumen Ejecutivo

La actualización del balance del mercado del ácido sulfúrico para la próxima década muestra en esta oportunidad que, para el caso potencial, el cambio de deficitario a excedentario no se daría en el periodo de análisis, tal cual como se observó en el informe del año 2021. Esto responde, mayormente, a la extensión de la vida útil de faenas hidrometalúrgicas y aumentos de consumo en operaciones actuales debido a factores técnicos. Todo esto se da en un escenario de precios del cobre al alza, lo que ha permitido que los recursos existentes se conviertan en reservas económicamente extraíbles para las diversas compañías mineras en el país.

Existen dos puntos de inflexión en el balance. El primero en el año 2024, como resultado de una producción de ácido en alza debido a las mejoras operativas de las fundiciones, señaladas en el apartado anterior, lo que conjuga con un consumo que crece levemente, haciendo que el déficit del mercado disminuya en un 13,3%.

El siguiente punto de inflexión se observa en 2026, donde se observa un crecimiento de consumo de 5,3%, de la mano de una disminución importante la producción debido al cierre de NORACID. Luego de este año, se acentúa la menor necesidad de ácido importado en el balance, llegando al cierre del periodo de análisis con un mercado excedentario. Es así como, hacia el 2031, se espera un déficit de menos de mil toneladas de ácido sulfúrico, donde el cambio a excedentario debiese ocurrir al año siguiente del analizado.

Figura 1: Balance del mercado nacional de ácido sulfúrico, histórico y futuro.



Fuente: Elaborado en COCHILCO, 2021



Es importante destacar que, si bien recientemente se ha aprobado la idea de legislar el cierre paulatino de Ventanas, esto ocurrirá de tal forma que la salida de dicha fundición no afectará las proyecciones de producción de ácido hasta por lo menos el cierre del periodo de análisis de este informe, por lo cual podríamos ver un impacto recién en la actualización 2023 de este trabajo



Índice

Resumen Ejecutivo	I
Índice de figuras	IV
Índice de tablas	IV
Introducción	5
1. El mercado chileno del ácido sulfúrico.....	6
1.1. Comportamiento del mercado nacional en el período 2012 - 2021	6
1.2. Producción y consumo de ácido sulfúrico en el año 2021	7
1.3. Tasas de producción y consumo de ácido sulfúrico	8
1.3.1. Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico en las fundiciones de cobre	8
1.3.2. Tasa de consumo unitario de H ₂ SO ₄ en lixiviación por tonelada de cobre SxEw ..	9
1.4. Comercio exterior chileno de ácido sulfúrico, periodo 2012 - 2021	12
1.4.1. Importaciones de ácido sulfúrico al año 2021	12
1.4.2. Exportaciones de ácido sulfúrico al año 2020	15
2. Proyección del mercado del ácido sulfúrico en Chile, 2022 – 2031	17
2.1. Comportamiento del consumo de ácido sulfúrico	17
2.2. Comportamiento de la producción de ácido sulfúrico	19
2.3. Balance del mercado chileno del ácido sulfúrico al año 2030.....	21
2.3.1. Análisis nacional del mercado del ácido sulfúrico	21
2.3.2. Análisis regional del mercado del ácido sulfúrico.....	23
3. Comentarios finales.....	26
Anexos	28
A1: Metodología.....	28
A1.1. Cobertura	28
A1.2. Criterio de segmentación	28
A1.2.1. Según su nivel de certeza.....	28
A1.2.2. Según el desarrollo cronológico	30
A1.3. Caracterización de las empresas productoras y/o consumidoras de ácido sulfúrico	30
A2: Principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile	31
A2.1. Principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile.....	31



A2.1.1. Plantas de producción de ácido sulfúrico.....	31
A2.1.2. Principales operaciones y proyectos consumidores de ácido sulfúrico	32
A3: Unidades de medida y abreviaciones	33

Índice de figuras

Figura 1: Balance del mercado nacional de ácido sulfúrico, histórico y futuro.	1
Figura 2: Producción cátodos SxEw, tasa de cons. de ácido y ley de óxidos promedio, 2011 – 2021.....	9
Figura 3: Relación entre la producción de cátodos SxEw y la tasa de consumo de H ₂ SO ₄ , año 2021. ...	10
Figura 4. Distribución de las faenas de gran minería privada y estatal respecto tasas de consumo 2021.	11
Figura 5. Distribución de las faenas de mediana minería privada y estatal respecto tasas de consumo 2021.....	12
Figura 6: Evolución de las importaciones de ácido sulfúrico, periodo 2011 – 2022*	13
Figura 7: Valor unitario del ácido sulfúrico CIF (US\$/ton) versus volumen de importaciones 2010 - 2022	14
Figura 8: Volumen y distribución de las importaciones de H ₂ SO ₄ según país de origen, 2011 – 2022* ..	15
Figura 9: Evolución de las exportaciones de ácido sulfúrico, periodo 2011 – 2022*	16
Figura 10: Consumo de ácido sulfúrico base y potencial proyectado hacia el 2031	18
Figura 11: Consumo de H ₂ SO ₄ en minería del cobre vs producción de cátodos SxEw, 2022 – 2031.....	18
Figura 12: Composición histórica y proyectada del origen de la producción de H ₂ SO ₄ en Chile	19
Figura 13: Producción base y potencial proyectada a 2031	20
Figura 14: Balances del mercado chileno del ácido sulfúrico 2022 – 2031.....	22
Figura 15: Balance nacional y regional del mercado chileno del H ₂ SO ₄ , 2021 - 2031, caso potencial ...	25

Índice de tablas

Tabla 1: Evolución del mercado chileno del ácido sulfúrico, 2012 - 2021 (miles de toneladas)	6
Tabla 2: Distribución de la producción y consumo de ácido en el año 2021 y variación año anterior	7
Tabla 3: Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico por tonelada de cobre fundido 2012 – 2021	8
Tabla 4. Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico por tonelada de cobre en conc. procesado.....	9
Tabla 5: Balance del mercado del ácido sulfúrico en Chile (2022 – 2031).....	21
Tabla 6: Balances regionales del mercado del H ₂ SO ₄ en Chile, en miles de toneladas (2022 – 2031)...	24
Tabla 7: Principales empresas productoras de ácido sulfúrico en Chile	31
Tabla 8: Principales operaciones consumidoras de ácido sulfúrico en Chile.....	32



Introducción

El presente informe corresponde a una actualización del informe anual del mercado del ácido sulfúrico a través del instrumento denominado “Encuesta de ácido sulfúrico 2022 y proyección hacia el 2031”, que considera información real hasta 2021 y proyectando el balance entre oferta y demanda hasta el año 2031. Este instrumento de consulta nace hace más de una década con el objetivo de contar con información actualizada que permitiera comprender los fundamentos y el comportamiento actual y proyectado del mercado chileno del ácido sulfúrico, especialmente para las fundiciones de cobre que lo producen y las operaciones de lixiviación de minerales oxidados y sulfuros lixiviables que lo consumen.

Este trabajo se divide en tres secciones. La primera considera una revisión de los antecedentes del mercado del ácido sulfúrico en Chile recopilados a través de la encuesta de producción y consumo de ácido sulfúrico 2021, en lo que respecta a revisar el comportamiento del último decenio de la producción, consumo y comercio exterior, con énfasis en el comportamiento del último año calendario que para efectos de este trabajo es 2021. En este mismo contexto se revisa el comportamiento del precio del insumo en el último periodo, previo a la publicación de este trabajo, que para este caso corresponde a información actualizada hasta octubre de 2022.

La segunda sección corresponde a un análisis de las proyecciones de oferta y demanda del insumo para el periodo 2022 y 2031, y sus respectivos balances de mercado tanto a nivel nacional y regional. Este análisis se realiza en base a escenarios de corto, mediano y largo plazo.

Finalmente, como tercera sección, se presentan las principales conclusiones de este trabajo.



1. El mercado chileno del ácido sulfúrico

Este capítulo permite caracterizar el mercado del ácido sulfúrico en Chile, tanto en la actualidad como en los últimos diez años, mediante la actualización de la información sobre el mercado del ácido sulfúrico, a través de la “Encuesta de Producción y Consumo de Ácido Sulfúrico” para el año 2021.

1.1. Comportamiento del mercado nacional en el período 2012 - 2021

La producción de ácido sulfúrico en Chile durante 2021, alcanzó las 5,09 millones de toneladas, una caída de 6,8% con respecto a lo declarado en 2020 (Tabla 1). Por otra parte, se registra un aumento de 27% respecto a 2020 en las importaciones.

Tabla 1: Evolución del mercado chileno del ácido sulfúrico, 2012 - 2021 (miles de toneladas)

ÍTEM	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Producción	5.242,0	5.415,6	5.635,2	5.709,7	5.721,4	5.497,8	5.303,2	4.653,4	5.465,7	5.094,2
(+) Importaciones	3.211,5	2.834,3	2.246,9	2.180,7	1.727,2	2.046,5	2.993,2	3.427,4	2.450,8	3.112,5
(-) Exportaciones	-15,0	-52,3	-17,3	-54,4	-72,2	-14,9	-14,6	-3,2	-48,2	-20,5
CONSUMO APARENTE	8.438,4	8.197,6	7.864,8	7.836,1	7.376,4	7.529,4	8.281,8	8.077,6	7.868,3	8.186,2

Fuente: "Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Metales 2001-2021", Cochilco 2022

Como es bien sabido, la relación “virtuosa” existente entre el ácido sulfúrico y la producción de cobre es en dos áreas productivas: concentrados de cobre tratados en fundiciones nacionales, que genera una “producción obligada” de ácido sulfúrico, y la producción de cátodos SxEw, importante demandante de ese ácido sulfúrico.

Para el caso de la producción de ácido, si bien la producción de cobre en fundición ha caído un 10,1% en los últimos diez años, la producción de ácido sulfúrico ha tenido vaivenes, donde se observa un crecimiento sostenido entre 2012 y 2016, para luego caer fuertemente hasta 2019 debido al proceso de implementación de mejoras exigidas por el DS28. Los años 2020 y 2021 responden a factores distintos: el primer año es el resultante de las mejoras en captación de gases sulfurosos en las principales fundiciones del país, mientras que el siguiente es una reacción natural al periodo post pandemia.

Respecto de la producción SxEw, si bien ésta ha tenido una caída de 30,3% en la última década, el consumo de ácido ha caído solo un 3%, relacionado a factores operacionales de las faenas hidrometalúrgicas que inciden en tasas de consumo mayores aunque la producción decaiga.



1.2. Producción y consumo de ácido sulfúrico en el año 2021

Los resultados obtenidos de la encuesta 2021 de “Consumo y Producción de Ácido Sulfúrico”, recopilada por Cochilco, muestran un aumento de 7% en el consumo de total de ácido sulfúrico en Chile, donde la regiones de Valparaíso y Atacama registran los aumentos porcentuales más importantes (21,9% y 20,5%, respectivamente), sin embargo los aumentos en volumen más importantes se dan en las regiones de Antofagasta y Atacama, con 451 mil toneladas y 158 mil toneladas adicionales, respectivamente. Esto se ve influenciado por aumentos de consumo en operaciones como Chuquicamata (+152 mil toneladas), Mantoverde (+131 mil toneladas), Spence (+74 mil toneladas), El Abra (+73 mil toneladas), Zaldívar (+70 mil toneladas) y Centinela óxidos (+64 mil toneladas).

Por el lado de la oferta, la producción nacional cayó 4,2% con respecto a 2020, influenciada por caídas de producción en Atacama y Antofagasta, -8% y -5,3% respectivamente.

Tabla 2: Distribución de la producción y consumo de ácido en el año 2021 y variación año anterior

DISTRIBUCIÓN	PRODUCCIÓN			CONSUMO			DÉFICIT O EXCEDENTE
	Miles de ton	Variación 2021/2020	Part.	Miles de ton	Variación 2021/2020	Part.	Miles de ton
TOTAL NACIONAL	5.094	-4,2%	100%	8.549	7,0%	100%	-3.455
Regional							
Arica y Parinacota	--	--	--	125	-6,4	1,6%	-125
Tarapacá	--	--	--	293	-13,1%	3,7%	-293
Antofagasta	2.393	-5,3%	45,0%	6.760	7,1%	84,6%	-4.367
Atacama	698	-8,0%	13,1%	929	20,5%	11,6%	-232
Coquimbo	--	--	--	67	-20,2%	0,8%	-67
Valparaíso	759	0,3%	14,3%	107	21,9%	1,3%	652
Metropolitana	70	--	1,3%	125	3,9%	1,6%	-55
O'Higgins	1.174	-2,5%	22,1%	33	-7,7%	0,4%	1.141
Sur (resto)	--	--	--	110	--	1,4%	-110
Por origen o destino							
Minería del cobre	4.280	-4,8%	80,5%	8.108	7,3%	101,5%	-3.828
Otros	815	-1,0%	15,3%	441	2,4%	5,5%	373
Por tipo de abastecimiento							
Autoabastecimiento	1.850	13,8%	34,8%	1.850	13,8%	23,2%	0
Comercial	3.245	-12,1%	61,0%	6.700	5,3%	83,9%	-3.455
Por tipo de empresas							
Estatales	2.979	-1,2%	56,0%	2.601	8,9%	32,6%	378
Privadas	2.115	-8,1%	39,8%	5.948	6,2%	74,5%	-3.833

Fuente: Elaborado en COCHILCO según datos suministrado por las compañías

El balance nacional resultante de este resumen se mantiene deficitario, con un aumento importante de la necesidad de importación, un 29,3% respecto a 2020.

1.3. Tasas de producción y consumo de ácido sulfúrico

Como se indicó en el capítulo anterior, se ha observado en los últimos años una caída importante en la producción de cátodos SxEw, sin que esto se refleje de la misma forma en los consumos de ácido sulfúrico. El presente subcapítulo pretende analizar la oferta y demanda a través de indicadores relacionados a estos dos ámbitos. Por el lado de la oferta, se revisará la relación entre el procesamiento de concentrados en fundición y su posterior producción de cobre fundido-refinado, sumando también aquella producción producto de la tostación de concentrados, respecto a la producción obligada de ácido sulfúrico, mientras que por el lado del consumo, veremos cómo se relaciona la utilización de este insumo en las operaciones de lixiviación y su producción de cátodos SxEw.

1.3.1. Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico en las fundiciones de cobre

La mitigación de emisiones de gases sulfurosos a la atmosfera por parte de complejos industriales, tales como fundiciones y refineras, mediante plantas captadoras de gases sulfurosos, trae consigo la producción de ácido sulfúrico. Las variables incidentes van desde aspectos tecnológicos hasta la naturaleza de los minerales procesados (Tabla 3).

Tabla 3: Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico por tonelada de cobre fundido 2012 – 2021

Producción	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ácido sulfúrico (kton)	4.529	4.542	4.665	4.593	4.687	4.442	4.271	3.681	4.426	4.042
Cobre fundición - Ánodos (kton)	1.342	1.358	1.362	1.382	1.365	1.265	1.246	1.011	1.206	1.207
Tasa de producción unitaria (ton H2SO4/ton Cu)	3,37	3,34	3,42	3,32	3,43	3,51	3,43	3,64	3,67	3,35

Fuente: Elaborado en Cochilco en base a información de las empresas.

La relación entre la producción de ácido sulfúrico y la producción de ánodos en fundición, denominada “tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico”, alcanzó en 2021 las 3,35 toneladas de ácido generado por tonelada de cobre producido en FURE, equivalente a una caída de 5,9% con respecto a 2020 y una caída de 0,7% con respecto a 2012.

Respecto a este punto, el año pasado se implementó una nueva medida de tasa de producción de ácido sulfúrico, considerando en vez de la producción de ánodos en fundición, el procesamiento de concentrados en estos complejos metalúrgicos, o bien, el procesamiento de concentrados en tostación. Los datos recopilados de los últimos años se reflejan en la siguiente tabla.



Tabla 4. Tasa de producción unitaria de ácido sulfúrico por tonelada de cobre en conc. procesado

Año	Conc. procesado en fundición (kton)	Ácido producido (kton)	Tasa de producción de ácido sulfúrico (ton ácido/ton conc. proc.)		
			Global	Máximo	Mínimo
2020	5.288	4.632	0,88	1,01	0,53
2021	5.122	4.280	0,84	0,98	0,47

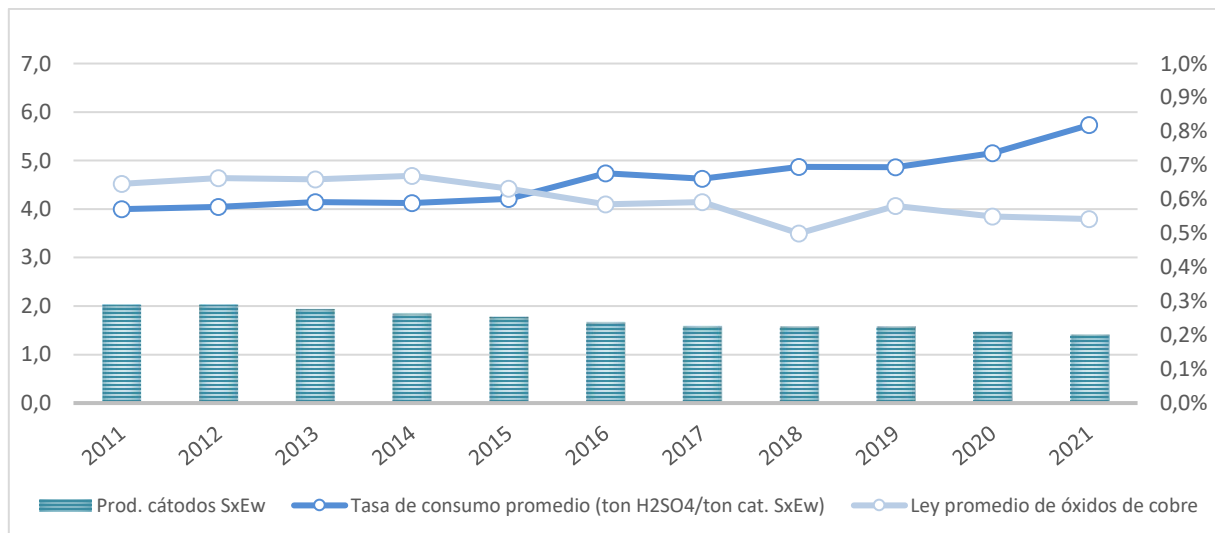
Fuente: Elaborado en Cochilco en base a información de las empresas.

Según los datos recopilados, durante 2021 se procesaron en las siete fundiciones del país y en la tostadora de DMH un total de 5,12 millones de toneladas de concentrados, que en su conjunto produjeron 4,28 millones de toneladas de ácido. De todos los complejos metalúrgicos considerados, la recuperación máxima de ácido sulfúrico corresponde a una tasa de 0,98 ton de ácido/ ton de conc. procesado, mientras que la mínima recuperación fue de 0,47.

1.3.2. Tasa de consumo unitario de H2SO4 en lixiviación por tonelada de cobre SxEw

El indicador de consumo denominado “tasa de consumo de ácido sulfúrico” se define como las toneladas de ácido necesarias para producir, mediante un proceso hidrometalúrgico, una tonelada de cobre fino en cátodos. Una revisión histórica de este indicador se observa en la siguiente figura.

Figura 2: Producción cátodos SxEw, tasa de cons. de ácido y ley de óxidos promedio, 2011 – 2021



Fuente: Elaborado por Cochilco en base a información de las compañías mineras.

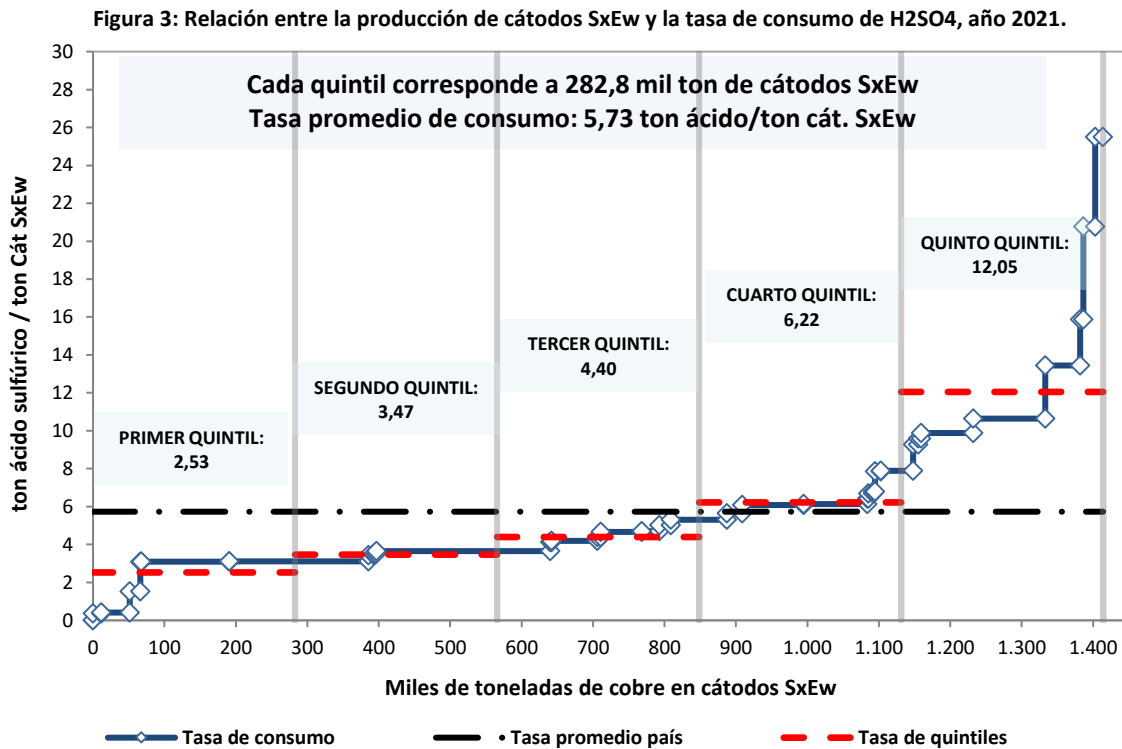
Como se puede observar en la figura anterior, el rendimiento hidrometalúrgico, que corresponde a una evaluación del comportamiento al alza o a la baja de la tasa de consumo¹, ha caído un 41,7% en

¹ El rendimiento hidrometalúrgico cae cuando la tasa de consumo aumenta, y mejora o aumenta cuando esta tasa cae.



la última década y un 11,3% entre 2020 y 2021. Asimismo, la ley promedio de mineral oxidado ha caído 18,3% en la década, un 1,5% entre 2020-2021, con una producción de cátodos SxEw que también viene en clara reducción.

La tasa de consumo tiene tras de ella una variabilidad importante entre diversas operaciones, que durante 2021 han registrado tasas de consumo entre 0,35 a 25,5 (ton ácido/ton cátodos SxEw). En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran las principales operaciones mineras de cobre, ordenadas según tasa de consumo de ácido sulfúrico, de menor a mayor, contrastándose con el aporte productivo de cátodos SxEw.



Fuente: Elaborado por Cochilco en base a información de las compañías mineras.

Al segmentar en quintiles la producción de cátodos SxEw 2020, donde cada quintil corresponde a 282,8 kt de Cu, es posible analizar las diferencias de consumo de ácido sulfúrico entre cada una de las 33 operaciones consideradas en la muestra².

Existen 17 operaciones, equivalentes al 64% de la producción 2021 de cátodos SxEw, que se ubican por debajo de la tasa promedio nacional de consumo de 5,73 ton de ácido sulfúrico/ton de cobre contenido en cat. SxEw, entre el primer y parte del cuarto quintil de la muestra. De estas, 10 pertenecen a la “gran minería del cobre”, tanto privada como estatal, y siete a la “mediana minería”, tanto privada como estatal.

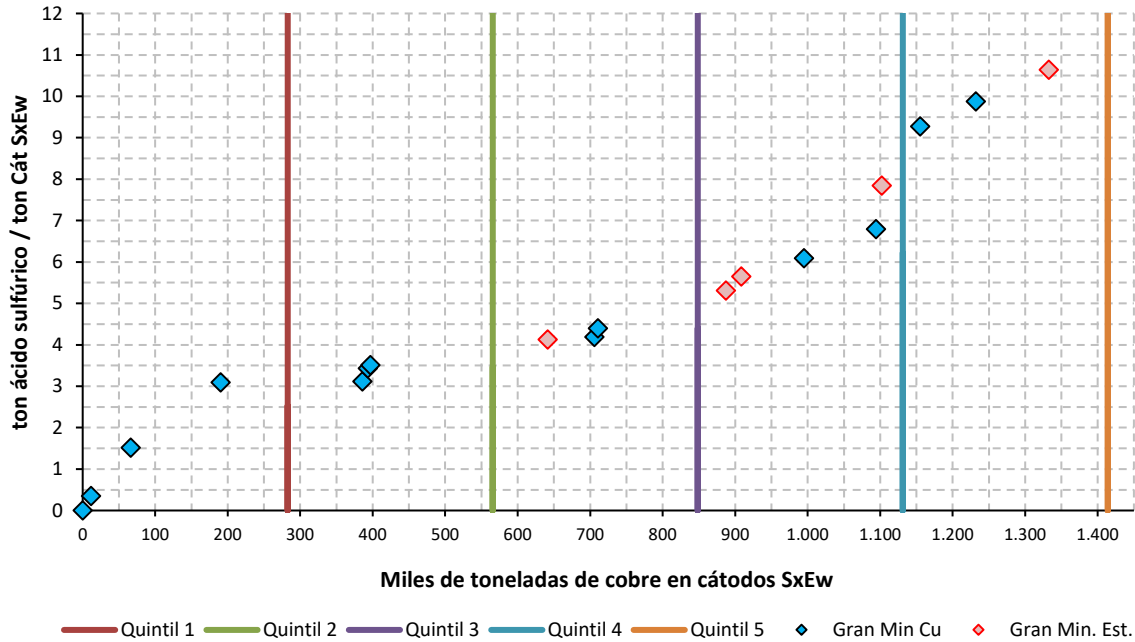
² Estas operaciones corresponden al 100% de la producción de cátodos SxEw del país, entre medianas y grandes empresas.



Por otra parte, tenemos 16 operaciones que corresponderían a aquellas “menos eficientes” al ubicarse entre el cuarto y quinto quintil con tasas de consumo superiores al promedio nacional, que alcanzan una participación en la producción nacional de 36%.

Una distribución mejor se observa en las figuras siguientes, donde se identifican las operaciones según sean gran minería privada o estatal, o mediana minería privada o estatal.

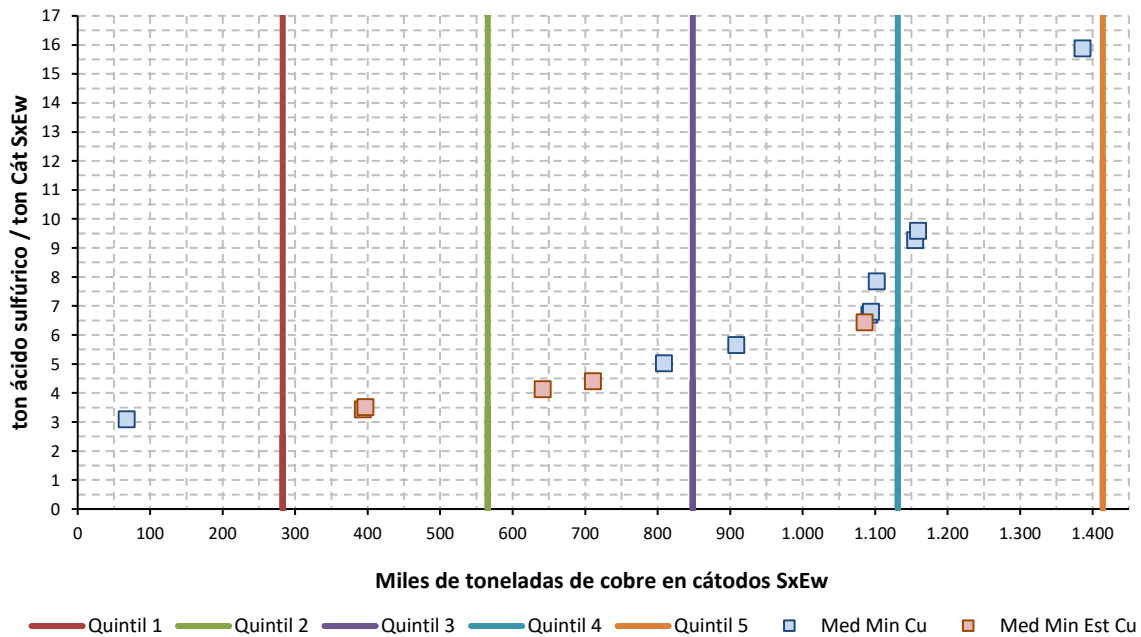
Figura 4. Distribución de las faenas de gran minería privada y estatal respecto tasas de consumo 2021.



En el caso de la gran minería, tanto privada como estatal, se observa que 8 operaciones, equivalentes al 32,6% de la producción de cobre en cátodos SxEw, se ubican por debajo de la tasa de consumo promedio (5,73 ton ácido/ton Cu fino).



Figura 5. Distribución de las faenas de mediana minería privada y estatal respecto tasas de consumo 2021.



Para el caso de las medianas mineras se observa que solo cinco de las quince operaciones, tanto privadas como estatales, se encuentran bajo la tasa promedio de consumo de ácido.

1.4. Comercio exterior chileno de ácido sulfúrico, periodo 2012 - 2021

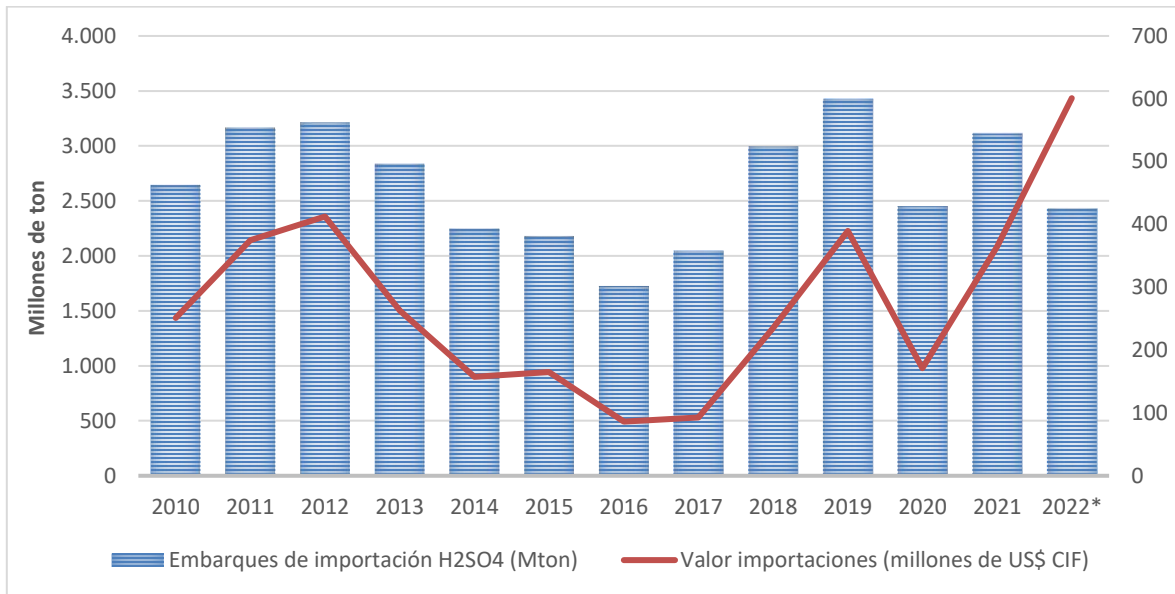
El presente capítulo mostrará cómo ha sido el comercio exterior de ácido sulfúrico en Chile para el periodo 2012-2021. Esto debido a que el mercado del ácido sulfúrico en Chile se destaca por su condición deficitaria, relacionado a un gran consumo proveniente mayormente de la producción hidrometalúrgica de cobre, lo que hace que la industria minera nacional sea dependiente de las importaciones del insumo. Por otra parte, la logística del transporte del ácido se dificulta aún más debido a la compleja geografía de nuestro país, ya que gran parte de la oferta interna del ácido proviene de la zona centro-sur del país y la demanda es de la zona norte, lo que presiona al oferente del insumo a ubicar las importaciones lo más cerca del consumidor, subsanando así los altos costos de transporte.

1.4.1. Importaciones de ácido sulfúrico al año 2021

Se observa en 2021 un alza de las importaciones, retomando la tendencia pre pandemia. Es así como, respecto a 2020, se registra un aumento de 27% en las importaciones, y a agosto del presente año se registra un volumen de importaciones tal que, de seguir el ritmo promedio que lleva, podría hacer crecer estas al cierre de año en casi un 17% respecto a 2021 (Figura 6).



Figura 6: Evolución de las importaciones de ácido sulfúrico, periodo 2011 – 2022*



(*) Actualizado a agosto de 2022

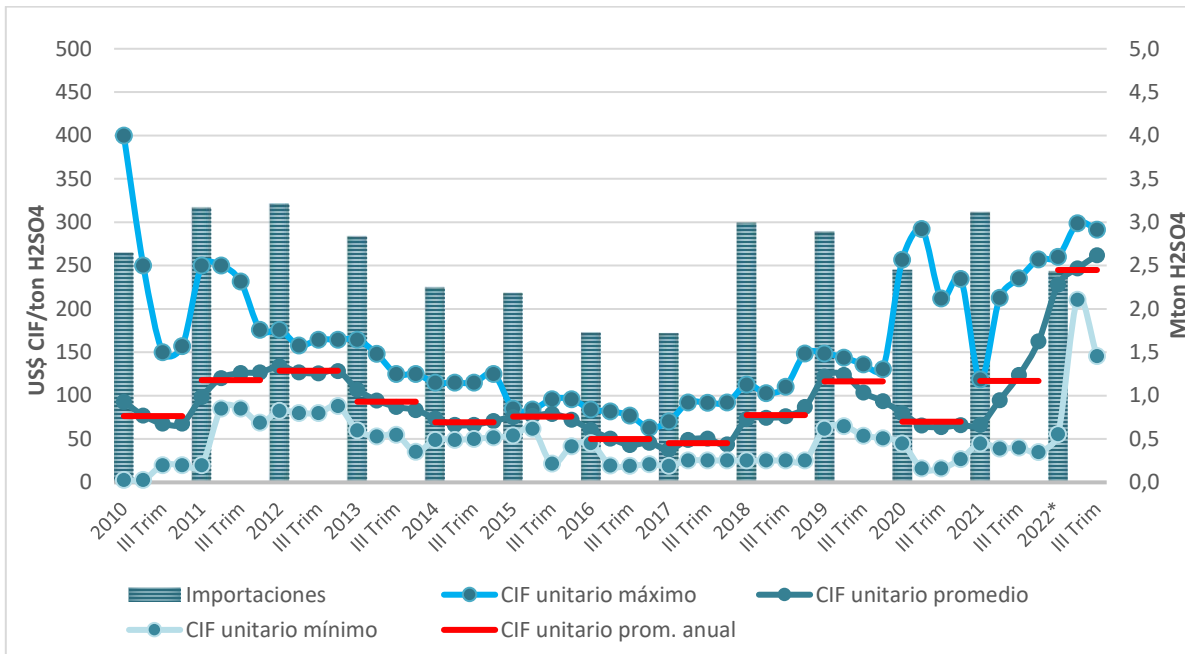
Fuente: Elaborado por Cochilco sobre la base de datos del Servicio de Aduanas.

No solo los volúmenes de importaciones han crecido, sino también el valor CIF de estas. Es así como entre 2020 y 2021 se registra un aumento de valor de 112%, y a agosto de 2022 el valor de dichas importaciones es un 65% mayor que lo registrado durante todo el año 2021.

El precio no siempre se relaciona directamente a aumentos de volumen de las importaciones, por lo cual, para un mejor análisis de esta variable, es recomendable realizar una revisión de los precios promedio trimestrales de importación de ácido sulfúrico. Un registro de esto, en un rango de precios máximos, mínimos y promedios, se puede observar en la Figura 7, para el periodo comprendido entre el primer trimestre de 2010 hasta agosto de 2022.



Figura 7: Valor unitario del ácido sulfúrico CIF (US\$/ton) versus volumen de importaciones 2010 - 2022³



Fuente: Elaborado por Cochilco sobre la base de datos del Servicio de Aduanas.

Luego de algunas señales de problemas de suministro internacional del insumo a fines de 2020, 2021 fue un año de precios al alza con un promedio al tercer trimestre de 116,96 US\$/ton, el segundo promedio anual más alto después del alcanzado durante 2012 (128,73 US\$/ton).

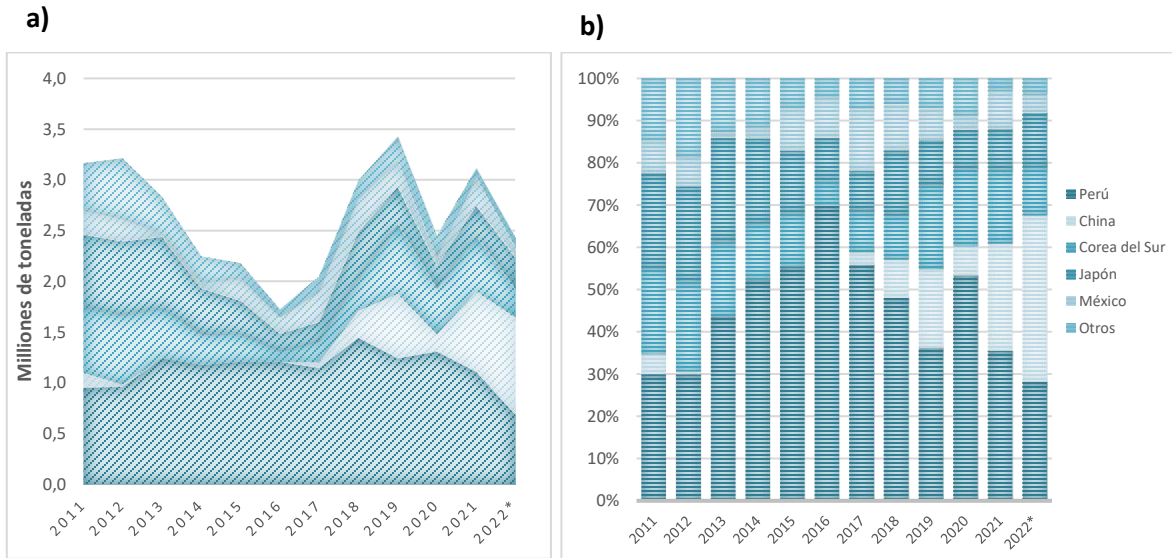
En lo que va de 2022 se han observado alzas importantes en el precio, influenciadas particularmente por el conflicto bélico de Ucrania y Rusia que ha paralizado la refinación de petróleo, sumado a algunas dificultades operacionales en las fundiciones chinas. Es así como, con los antecedentes recopilados a la fecha, se espera que el precio promedio 2022 cierre con valores cercanos a los 220 – 225 US\$/ton CIF, pero a largo plazo, el precio debería ajustarse levemente a la baja con valores promedio en torno a los 88 – 90 US\$/ton CIF promedio hacia el 2027.

Respecto al origen de las importaciones, la Figura 8 muestra la distribución de las importaciones en cantidad (figura 8-a) y en participación (figura 8-b) de los principales países de origen.

³ Importaciones registradas desde el primer trimestre de 2010 agosto de 2022, años 2010 – 2021 el total de importaciones son anuales, mientras que para 2022 corresponde a las realizadas hasta agosto del mismo año.



Figura 8: Volumen y distribución de las importaciones de H2SO4 según país de origen, 2011 – 2022*



(*) Actualizado a agosto de 2022

Fuente: Elaborado por Cochilco sobre la base de datos del Servicio de Aduanas.

En resumen, las importaciones en Chile están dominadas por Perú como origen en los últimos 10 años, sin embargo China cada vez adquiere un rol más importante. A agosto del presente año, China es el origen del 39,2% de las importaciones de ácido sulfúrico.

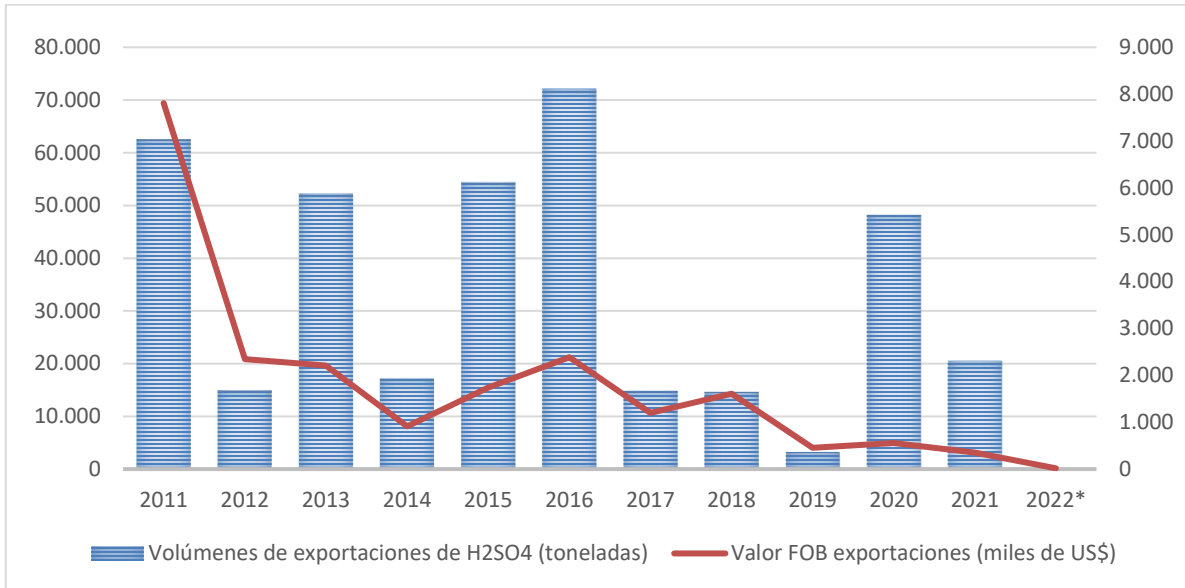
1.4.2. Exportaciones de ácido sulfúrico al año 2020

Durante 2021 las exportaciones de ácido sulfúrico alcanzaron las 20.534 toneladas, donde un 96,1% de ellas tuvo como destino Brasil, mientras que el 3,9% restante hacia Bolivia, por un valor FOB de US\$ 0,35 millones. A agosto de 2022, las exportaciones alcanzaban un total de 20 toneladas.

La evolución de las exportaciones de ácido sulfúrico en el último decenio, tanto en volumen como en valor FOB, se registra en la Figura 9.



Figura 9: Evolución de las exportaciones de ácido sulfúrico, periodo 2011 – 2022*



(*) Actualizado a agosto de 2022

Fuente: Elaborado por Cochilco sobre la base de datos del Servicio de Aduanas.



2. Proyección del mercado del ácido sulfúrico en Chile, 2022 – 2031

En este capítulo, inicialmente, pretende analizar estas fluctuaciones observadas en las proyecciones de consumo y producción de ácido reportadas por las compañías para el próximo decenio. Este análisis se complementa mediante una revisión general y en detalle del balance nacional del mercado del ácido, para finalmente mostrar a líneas generales el balance regional de este insumo, todo con horizonte hacia el 2030.

Es importante destacar que el mercado del ácido sulfúrico chileno ha sido muy dependiente en las últimas décadas a las fluctuaciones internas entre la capacidad productiva del insumo y el consumo interno. Este consumo interno depende de la creación de reservas económicamente extraíbles, las cuales a su vez dependen de la solidez del precio del cobre.

2.1. Comportamiento del consumo de ácido sulfúrico

Según los datos recopilados, el consumo base⁴ se mantiene estable en el corto plazo (2022 – 2023), con un crecimiento de 0,8%, donde se observa un ascenso paulatino de los consumos. En el mediano plazo (2024 – 2026) se observa la llegada del *peak* de consumo nacional hacia el 2025, para luego al cierre de este periodo de análisis comenzar la fuerte caída de los consumos. Esto se da debido a cambios fuertes que se dan en 2025: el potencial cierre de la línea hidrometalúrgica de Chuquicamata (-320 mil toneladas), y disminuciones fuertes en el consumo de faenas tales como Spence (-114 mil toneladas), Escondida (-95 mil toneladas) y Lomas Bayas (-49 mil toneladas).

En el largo plazo (2027 – 2031), el consumo base sufrirá una fuerte caída, desde las 7,66 millones de toneladas esperadas para 2027 hasta las 4,93 millones de toneladas estimadas para 2031, una caída de 35,6% en el período.

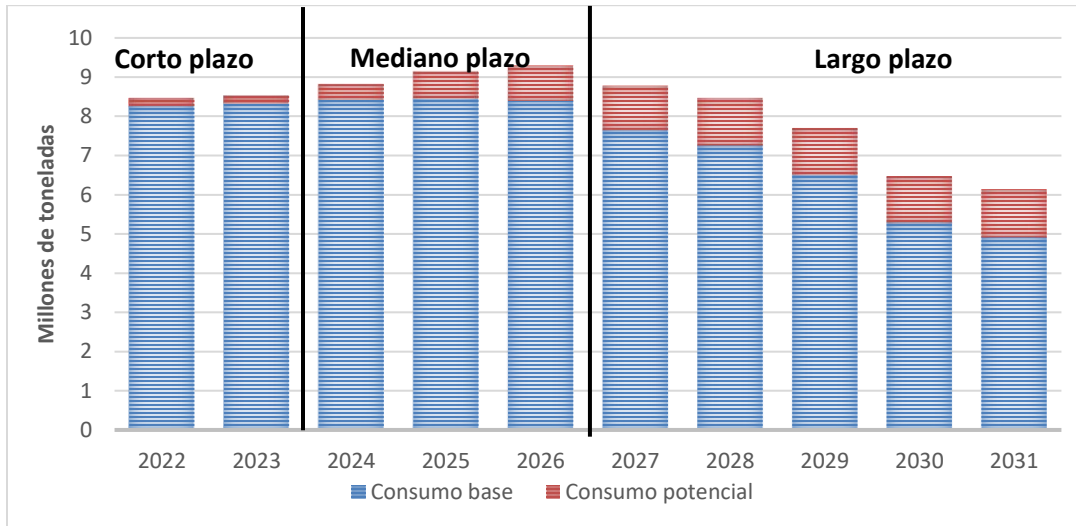
Con respecto al consumo potencial, esto quiere decir que consideramos aquellos futuros proyectos que podrían ser consumidores del insumo, en el corto plazo no se observan mayores cambios, debido a que no existen proyectos que inicien en este periodo. En el mediano plazo, por otra parte, se observa un crecimiento importante del consumo, 5,3% en el periodo, donde el *peak* de consumo esperado se ubicaría en 2026 con alrededor de 9,29 millones de toneladas de ácido sulfúrico. Los consumos nuevos que influyen el crecimiento en este periodo son provenientes de las reaperturas potenciales de Sagasca y Collahuasi, junto a la entrada en operación de los proyectos Marimaca, Diego de Almagro, Costa Fuego (Ex Productora) y Playa Verde, que en conjunto aportan alrededor de 834 mil toneladas de ácido sulfúrico hacia el 2026.

⁴ Consumo de aquellas faenas mineras, tanto de la minería del cobre como de minerales industriales, y a complejos industriales, que se encuentran actualmente en operación.



Finalmente, en el largo plazo (2027 a 2031), si bien se agregan al consumo 368 mil toneladas de consumo de ácido provenientes del proyecto Polo Sur y de la plena operación de Sierra Gorda, el consumo seguirá a la baja con una caída estimada de 30,1% en el periodo, con una demanda de 6,14 millones de toneladas hacia el 2031 (Figura 10).

Figura 10: Consumo de ácido sulfúrico base y potencial proyectado hacia el 2031



Fuente: Elaborado por Cochilco

El peso de la minería del cobre en la demanda de ácido sulfúrico ha sido predominante en este mercado en los últimos 30 años, situación que seguirá siendo así en el próximo decenio. Sin embargo, se observa una disminución de la participación, mientras para 2020 se declaró para la minería del cobre una participación de 94,6% en el consumo nacional de ácido sulfúrico, para 2030 se espera que corresponda a un 93%. Una vista de la tendencia de las tasas de consumo se observa en la Figura 11.

Figura 11: Consumo de H₂SO₄ en minería del cobre vs producción de cátodos SxEW, 2022 – 2031



Fuente: Elaborado por Cochilco



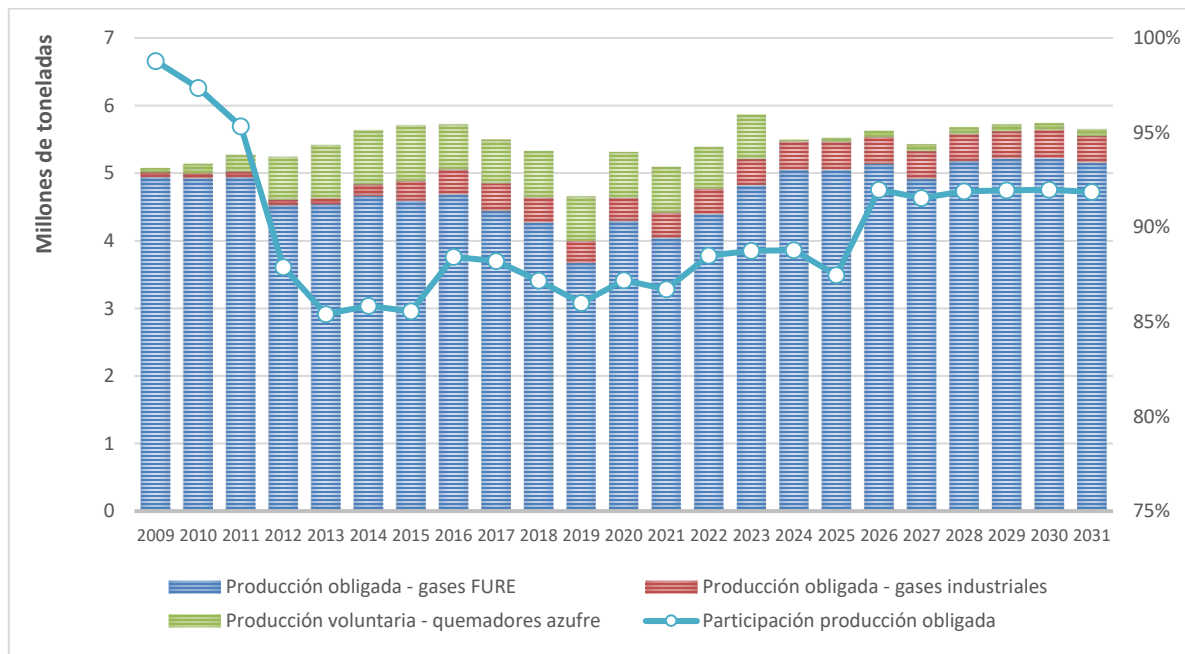
La tasa de consumo se mantendría en torno a las 5,94 toneladas de ácido consumido por tonelada de cobre fino producido en la próxima década, como promedio, un crecimiento de 10% respecto a la tasa promedio estimada en el informe anterior. Sin embargo, esta tasa tendrá un descenso de alrededor de 14,1% hacia el 2030, pero con un aumento fuerte el 2031. Por otro lado, la producción de cobre fino en cátodos SxEW se verá disminuida en un 44,9% en la próxima década.

2.2. Comportamiento de la producción de ácido sulfúrico

La producción de ácido sulfúrico es, mayormente, producto de la captación de gases sulfurosos tanto en la industria del cobre como en otros complejos metalúrgicos del país. En la última década este sector ha tenido una tendencia creciente en la producción de ácido sulfúrico, alcanzando el máximo productivo hacia el 2016, 5,72 millones de toneladas de ácido sulfúrico. Posterior a ese año, se observó un ajuste a la baja hasta el 2019, para luego retomar un crecimiento acelerado desde el 2020.

Los antecedentes recopilados indican que la producción obligada en 2022 alcance un 88% de participación en la producción total de ácido sulfúrico. Para 2031 se estima que la participación de la producción obligada alcance el 92% (Figura 12).

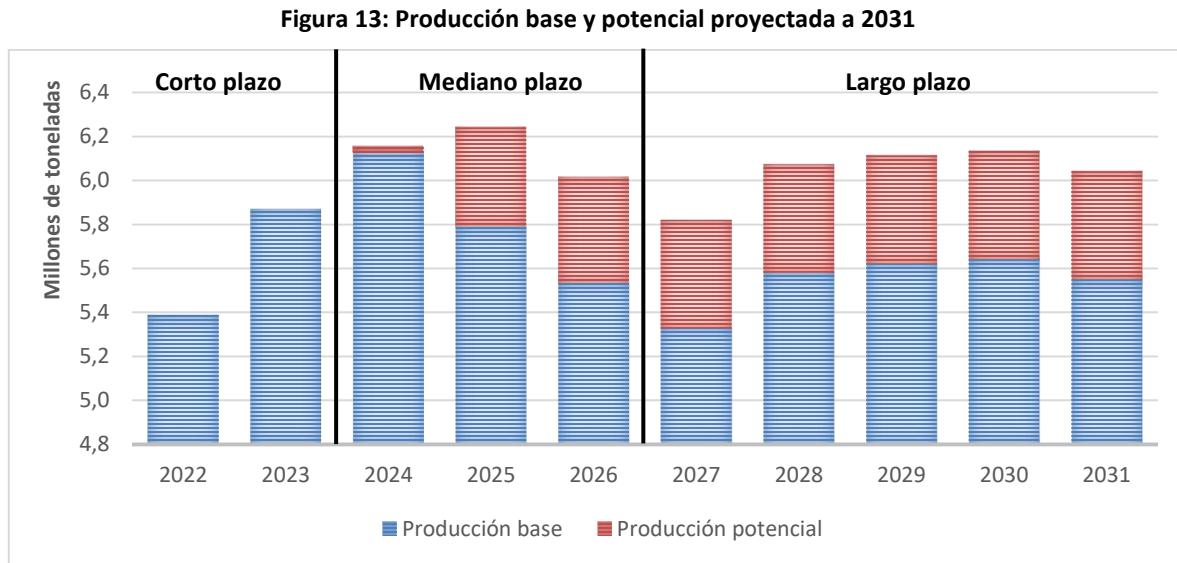
Figura 12: Composición histórica y proyectada del origen de la producción de H2SO4 en Chile



Fuente: Elaborado por Cochilco



La tendencia de la producción de ácido se analiza, como todos los años, en tres periodos, como se observa en la Figura 13.



Fuente: Elaborado por Cochilco

- i. **Corto plazo (2022– 2023):** Se espera un aumento de la producción en 2022 de 5,8% respecto a 2021 debido a recuperaciones productivas de Altonorte, Potrerillos, Chuquicamata y Paipote. El año 2023, se observa un aumento de 8,9% en la producción de ácido, lo que se relaciona a la continuación de mejoras productivas en Chuquicamata, más un buen desempeño de Paipote y Caletones.
- ii. **Mediano plazo (2024 – 2026):** Caída de producción de alrededor de 2,2% promedio. Si bien se registran algunos aumentos importantes en el periodo, provenientes de Altonorte, Potrerillos y Caletones, la salida de NORACID es la que golpea fuertemente este periodo, sacando del mercado alrededor de 660 mil toneladas de ácido sulfúrico.
- iii. **Largo plazo (2027 – 2031):** Durante este periodo se observa un aumento productivo de 3,8%, proveniente específicamente de la producción plena de Nueva Paipote a fines del periodo anterior de análisis. La producción nacional de ácido sulfúrico alcanzaría las 6,04 millones de toneladas hacia el 2031.

Es importante destacar que, si bien recientemente se ha aprobado la idea de legislar el cierre paulatino de Ventanas, esto ocurrirá de tal forma que la salida de dicha fundición no afectará las proyecciones de producción de ácido hasta por lo menos el cierre del periodo de análisis de este informe, por lo cual podríamos ver un impacto recién en la actualización 2023 de este trabajo.



2.3. Balance del mercado chileno del ácido sulfúrico al año 2030

A continuación se muestra el balance nacional del ácido sulfúrico (Anexo 1. Metodología), bajo tres escenarios: corto plazo (2022 – 2023), mediano plazo (2024 – 2026) y largo plazo (2027 – 2031).

Tabla 5: Balance del mercado del ácido sulfúrico en Chile (2022 – 2031)

PERFILES	CORTO PLAZO		MEDIANO PLAZO			LARGO PLAZO				
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
CASO BASE										
(+) Producción Base	5.389,3	5.869,8	6.124,1	5.790,0	5.534,4	5.328,6	5.580,6	5.621,7	5.641,4	5.549,9
(-) Consumo Base	8.266,0	8.332,0	8.418,7	8.449,4	8.396,8	7.655,4	7.264,4	6.512,7	5.303,2	4.930,4
Balance Caso Base	-2.876,7	-2.462,2	-2.294,6	-2.659,4	-2.862,5	-2.326,8	-1.683,9	-891,0	338,3	619,5
CASO PRODUCCIÓN MÁXIMA										
(+) Producción máxima (Base + Potencial)	5.389,3	5.869,8	6.154,1	6.242,0	6.016,4	5.820,6	6.072,6	6.113,7	6.133,4	6.041,9
(-) Consumo Base	8.266,0	8.332,0	8.418,7	8.449,4	8.396,8	7.655,4	7.264,4	6.512,7	5.303,2	4.930,4
Balance Caso Consumo Máximo	-2.876,7	-2.462,2	-2.264,6	-2.207,4	-2.380,5	-1.834,8	-1.191,9	-399,0	830,3	1.111,5
CASO CONSUMO MÁXIMO										
(+) Producción Base	5.389,3	5.869,8	6.124,1	5.790,0	5.534,4	5.328,6	5.580,6	5.621,7	5.641,4	5.549,9
(-) Consumo máximo (Base + Potencial)	8.466,4	8.536,4	8.823,7	9.142,8	9.291,1	8.782,2	8.466,9	7.699,1	6.480,2	6.140,8
Balance Caso Producción Máxima	-3.077,0	-2.666,6	-2.699,6	-3.352,8	-3.756,7	-3.453,6	-2.886,3	-2.077,3	-838,8	-590,9
CASO CONSUMO POTENCIAL										
(+) Producción máxima (Base + Potencial)	5.389,3	5.869,8	6.154,1	6.242,0	6.016,4	5.820,6	6.072,6	6.113,7	6.133,4	6.041,9
(-) Consumo máximo (Base + Potencial)	8.466,4	8.536,4	8.823,7	9.142,8	9.291,1	8.782,2	8.466,9	7.699,1	6.480,2	6.140,8
Balance Caso Consumo Potencial	-3.077,0	-2.666,6	-2.669,6	-2.900,8	-3.274,7	-2.961,6	-2.394,3	-1.585,3	-346,8	-98,9

Fuente: Elaborado por Cochilco, en base a los antecedentes proporcionados por emp. productoras y consumidoras a agosto 2021

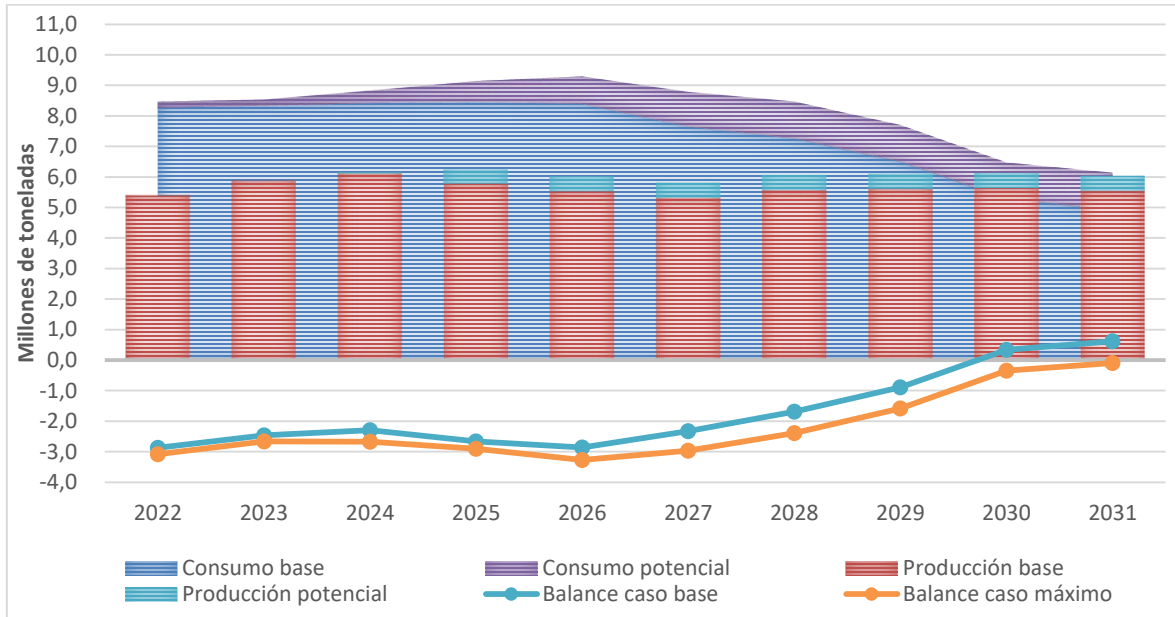
Un análisis más detallado de estos perfiles, tanto a nivel nacional como regional, se verá a continuación.

2.3.1. Análisis nacional del mercado del ácido sulfúrico

Para realizar el análisis del balance futuro hacia 2030 del mercado del ácido sulfúrico en Chile, bajo los cuatro escenarios posibles mostrados anteriormente, es necesario graficarlos según su disposición temporal (Figura 14).



Figura 14: Balances del mercado chileno del ácido sulfúrico 2022 – 2031



Fuente: Elaborado en Cochilco

Como se puede observar, existen dos puntos de inflexión en el balance. El primero en el año 2024, como resultado de una producción de ácido al alza debido a las mejoras operativas de las fundiciones, señaladas en el apartado anterior, lo que conjuga con un consumo que crece levemente, haciendo que el déficit del mercado disminuya en un 13,3%.

El siguiente punto de inflexión se observa en 2026, donde se observa un crecimiento de consumo de 5,3%, de la mano de una disminución importante de la producción debido al cierre de NORACID. Luego de este año, se acentúa la menor necesidad de ácido importado en el balance, llegando al cierre del periodo de análisis con un mercado excedentario.

Una descripción más detallada para cada balance, tanto en el corto, mediano y largo plazo, se describe a continuación:

a. Balance caso base:

- i Corto plazo:** Balance deficitario, el cual pasa de 2,88 millones de toneladas en 2022 a 2,46 millones el 2023.
- ii Mediano plazo:** En este periodo se registra una caída de 0,3% en el consumo base y de un 9,6% en la producción. Esta menor producción presiona al alza el balance deficitario en 24,7%, cerrando el periodo con una necesidad de importación de alrededor de 2,86 millones de toneladas.
- iii Largo plazo:** Oferta creciente de 4,2%, sin embargo, el consumo caería alrededor de un 35,6% lo que haría cambiar de deficitario a excedentario el balance hacia el 2030, con un



excedente de producción interna de 33.825 toneladas ese mismo año y de casi 62.000 toneladas el 2031.

b. Balance caso máximo:

- i** **Corto plazo:** Balance deficitario cae un 13,3%, influenciado por un aumento en la producción de 8,9% entre 2022 y 2023. Se cierra el periodo con déficit de 2,67 millones de toneladas.
- ii** **Mediano plazo:** La oferta cae 2,2%, mientras que la demanda aumenta 5,3%, presionando al alza el déficit del insumo en 22,7%. Este periodo cierra con un balance deficitario de 3,27 millones de toneladas hacia 2026, el déficit más alto de la década.
- iii** **Largo plazo:** El cambio de balance deficitario a excedentario no ocurre en este periodo, a diferencia del caso base, desplazándose más allá del período de análisis. Esto ocurre debido a que muchos proyectos extendieron sus vidas útiles respecto a lo catastrado en el informe anterior, lo que desplazo el cambio del balance. El periodo de análisis cierra con un déficit de menos de mil toneladas, 97% menos que el déficit registrado en 2027.

2.3.2. Análisis regional del mercado del ácido sulfúrico

La asimetría geográfica en lo que respecta al mercado del ácido sulfúrico nacional es una característica importante al momento de dimensionar la logística de obtención del insumo y los costos asociados al transporte y disposición de esta sustancia considerada peligrosa al movilizar de un punto geográfico a otro. Una mejor percepción de esta asimetría se observa en la Tabla 6.



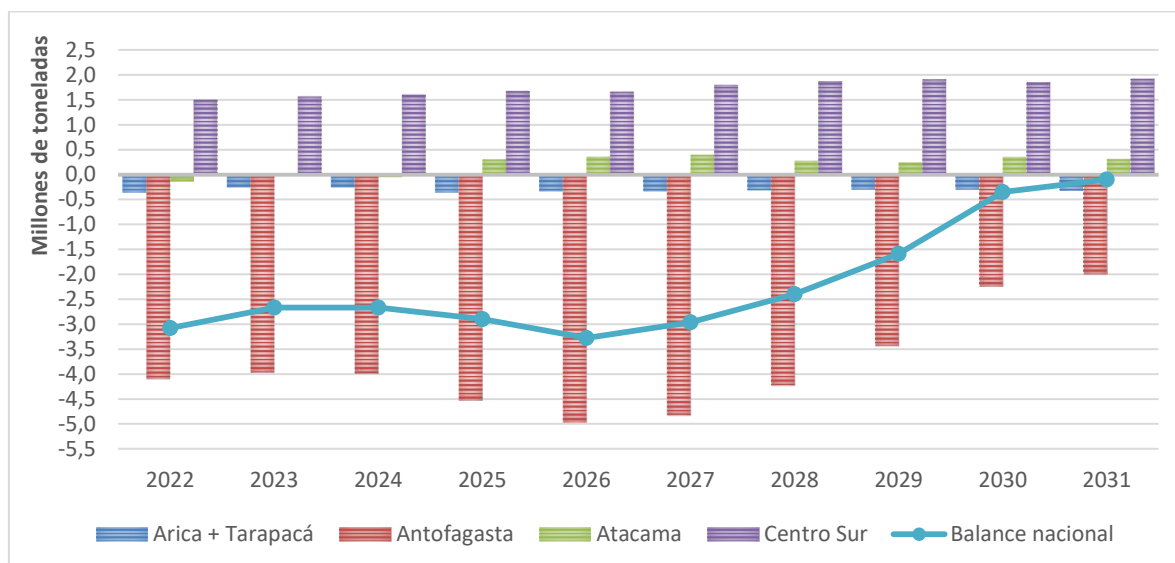
Tabla 6: Balances regionales del mercado del H2SO4 en Chile, en miles de toneladas (2022 – 2031)

ESCENARIOS REGIONALES	PERÍODOS	CORTO PLAZO		MEDIANO PLAZO				LARGO PLAZO			
		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1) CASO BASE REGIONES TARAPACÁ Y ARICA - PARINACOTA											
(+) Producción Base	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) Consumo Base	358,9	252,1	135,6	134,8	127,0	129,8	104,5	101,5	101,5	101,5	
Balance Caso Base regiones XV y	(358,9)	(252,1)	(135,6)	(134,8)	(127,0)	(129,8)	(104,5)	(101,5)	(101,5)	(101,5)	
CASO POTENCIAL REGIONES TARAPACÁ Y ARICA -											
(+) Producción Base	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(+) Producción Potencial	-	-	30,0	60,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
(+) Producción máxima regional	-	-	30,0	60,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
(-) Consumo Base	358,9	252,1	135,6	134,8	127,0	129,8	104,5	101,5	101,5	101,5	
(-) Consumo Potencial	-	-	149,0	278,0	294,0	301,0	304,0	296,0	299,0	321,0	
(-) Consumo máximo	358,9	252,1	284,6	412,8	421,0	430,8	408,5	397,5	400,5	422,5	
Balance Caso Potencial regiones	(358,9)	(252,1)	(254,6)	(352,8)	(331,0)	(330,8)	(308,5)	(297,5)	(300,5)	(322,5)	
2) CASO BASE REGIÓN DE ANTOFAGASTA											
(+) Producción Base	2.585,7	2.860,9	3.050,1	2.678,9	2.405,3	2.102,7	2.345,4	2.422,7	2.431,9	2.331,5	
(-) Consumo Base	6.624,3	6.771,6	6.981,6	7.030,0	6.986,8	6.317,3	5.891,8	5.191,9	4.024,7	3.670,4	
Balance Caso Base II	(4.038,6)	(3.910,7)	(3.931,6)	(4.351,1)	(4.581,5)	(4.214,6)	(3.546,4)	(2.769,2)	(1.592,8)	(1.338,9)	
CASO POTENCIAL REGION DE ANTOFAGASTA											
(+) Producción Base	2.585,7	2.860,9	3.050,1	2.678,9	2.405,3	2.102,7	2.345,4	2.422,7	2.431,9	2.331,5	
(+) Producción Potencial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(+) Producción máxima regional	2.585,7	2.860,9	3.050,1	2.678,9	2.405,3	2.102,7	2.345,4	2.422,7	2.431,9	2.331,5	
(-) Consumo Base	6.624,3	6.771,6	6.981,6	7.030,0	6.986,8	6.317,3	5.891,8	5.191,9	4.024,7	3.670,4	
(-) Consumo Potencial	54,0	54,0	54,0	167,7	375,6	600,5	673,4	659,6	648,9	661,8	
(-) Consumo máximo	6.678,3	6.825,6	7.035,6	7.197,7	7.362,3	6.917,8	6.565,2	5.851,5	4.673,6	4.332,2	
Balance Caso Potencial II región	(4.092,6)	(3.964,7)	(3.985,6)	(4.518,8)	(4.957,0)	(4.815,1)	(4.219,8)	(3.428,8)	(2.241,7)	(2.000,7)	
3) CASO BASE REGIÓN DE ATACAMA											
(+) Producción Base	862,7	965,1	988,0	965,9	1.009,1	973,0	1.008,7	962,4	1.026,4	964,2	
(-) Consumo Base	840,0	826,5	819,5	810,2	825,0	752,1	904,3	884,7	842,4	823,9	
Balance Caso Base III	22,7	138,6	168,5	155,6	184,1	220,9	104,3	77,8	183,9	140,3	
CASO POTENCIAL REGION DE ATACAMA											
(+) Producción Base	862,7	965,1	988,0	965,9	1.009,1	973,0	1.008,7	962,4	1.026,4	964,2	
(+) Producción Potencial	-	-	-	-	392,0	392,0	392,0	392,0	392,0	392,0	
(+) Producción máxima regional	862,7	965,1	988,0	1.357,9	1.401,1	1.365,0	1.400,7	1.354,4	1.418,4	1.356,2	
(-) Consumo Base	840,0	826,5	819,5	810,2	825,0	752,1	904,3	884,7	842,4	823,9	
(-) Consumo Potencial	146,3	150,5	202,0	247,7	224,7	225,4	225,0	230,8	229,1	227,6	
(-) Consumo máximo	986,3	977,0	1.021,5	1.057,9	1.049,7	977,5	1.129,3	1.115,4	1.071,6	1.051,5	
Balance Caso Potencial III región	(123,6)	(11,9)	(33,5)	299,9	351,4	387,5	271,3	239,0	346,8	304,7	
4) CASO BASE REGIONES CENTRO-SUR											
(+) Producción Base	1.941,0	2.043,8	2.086,0	2.145,3	2.120,0	2.252,8	2.226,5	2.236,6	2.183,2	2.254,2	
(-) Consumo Base	442,8	481,7	481,9	474,4	458,1	456,1	363,9	334,6	334,5	334,6	
Balance Caso Base	1.498,1	1.562,0	1.604,1	1.670,9	1.661,9	1.796,7	1.862,7	1.902,0	1.848,6	1.919,6	
CASO POTENCIAL REGIONES CENTRO-SUR											
(+) Producción Base	1.941,0	2.043,8	2.086,0	2.145,3	2.120,0	2.252,8	2.226,5	2.236,6	2.183,2	2.254,2	
(+) Producción Potencial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(+) Producción máxima regional	1.941,0	2.043,8	2.086,0	2.145,3	2.120,0	2.252,8	2.226,5	2.236,6	2.183,2	2.254,2	
(-) Consumo Base	442,8	481,7	481,9	474,4	458,1	456,1	363,9	334,6	334,5	334,6	
(-) Consumo Potencial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(-) Consumo máximo	442,8	481,7	481,9	474,4	458,1	456,1	363,9	334,6	334,5	334,6	
Balance Caso Potencial regiones	1.498,1	1.562,0	1.604,1	1.670,9	1.661,9	1.796,7	1.862,7	1.902,0	1.848,6	1.919,6	

Fuente: Elaborado por Cochilco, en base a los antecedentes proporcionados por empresas productoras y consumidoras a agosto 2021

La Figura 15 muestra esta disparidad en los balances en las regiones, según el caso potencial de estas zonas geográficas, tal cual como se mostró en la Tabla 6.

Figura 15: Balance nacional y regional del mercado chileno del H₂SO₄, 2021 - 2031, caso potencial



Fuente: Elaborado en Cochilco

Tanto para Arica-Parinacota y Tarapacá como para Antofagasta se observa un balance deficitario en todo el horizonte estudiado. En el caso de Arica y Parinacota, debido al cierre de las líneas de óxidos de Pampa Camarones (2028), Cerro Colorado (2023) y Quebrada Blanca (2024) se estima una reducción de consumos cercana a las 300 mil toneladas, sin embargo las potenciales reaperturas de las líneas de óxidos de Collahuasi y Sagasca en 2024 podrían contribuir con consumos importantes que mantendrían estable el balance deficitario.

Para Antofagasta se observa un alza de déficit de ácido sulfúrico hasta 2026. Posterior a ese año se observa que el balance deficitario cae hasta llegar a las 2 millones de toneladas hacia el cierre del periodo de análisis.

Atacama, por otra parte, ya desde 2025 alcanza un balance excedentario, el cual se mantiene relativamente estable durante todo el periodo de estudio. Finalmente, la zona centro sur mantiene estables los excedentes de ácido sulfúrico, sin mayores cambios en el periodo de análisis.

3. Comentarios finales

El análisis del balance del mercado del ácido sulfúrico para la próxima década muestra que un potencial cambio de deficitario a excedentario no se daría en el periodo de análisis, tal como se viene observando desde el informe anterior. Esto responde, mayormente, a un escenario de precios del cobre al alza, lo que ha permitido que los recursos existentes se conviertan en reservas económicamente extraíbles para las diversas compañías mineras en el país, extendiendo la vida útil de muchos complejos hidrometalúrgicos.

Consumo de ácido sulfúrico en Chile

- En el corto plazo no se observan mayores cambios, debido a que no existen proyectos que inicien en este periodo, por lo cual el consumo crecería un 0,8%.
- En el mediano plazo, por otra parte, se observa un crecimiento importante del consumo, 5,3% en el periodo, donde el peak de consumo esperado se ubicaría en 2026 con alrededor de 9,29 millones de toneladas de ácido sulfúrico. Los consumos nuevos que influyen en el crecimiento en este periodo son provenientes de las reaperturas potenciales de Sagasca y Collahuasi, junto a la entrada en operación de los proyectos Marimaca, Diego de Almagro, Costa Fuego (Ex Productora) y Playa Verde, que en conjunto aportan alrededor de 834 mil toneladas de ácido sulfúrico hacia el 2026.
- Finalmente, en el largo plazo (2027 a 2031), si bien se agregan al consumo 368 mil toneladas de consumo de ácido provenientes del proyecto Polo Sur y de la plena operación de Sierra Gorda, el consumo seguirá a la baja con una caída estimada de 30,1% en el periodo, con una demanda de 6,14 millones de toneladas hacia el 2031.

Producción de ácido sulfúrico en Chile

- Para el corto plazo se observa un aumento de la producción en 2022 de 5,8% respecto a 2021 debido a recuperaciones productivas de Altonorte, Potrerillos, Chuquicamata y Paipote. El año 2023, se observa un aumento de 8,9% en la producción de ácido, lo que se relaciona a la continuación de mejoras productivas en Chuquicamata, más un buen desempeño de Paipote y Caletones.
- En el mediano plazo se espera una caída de producción de alrededor de 2,2% promedio. Si bien se registran algunos aumentos importantes en el periodo, provenientes de Altonorte, Potrerillos y Caletones, la salida de NORACID es la que golpea fuertemente este periodo, sacando del mercado alrededor de 660 mil toneladas de ácido sulfúrico.
- Durante el periodo comprendido entre los años 2027 y 2031 se observa un aumento productivo de 3,8%, proveniente específicamente de la producción plena de Nueva Paipote a fines del

periodo anterior de análisis. La producción nacional de ácido sulfúrico alcanzaría las 6,04 millones de toneladas hacia el 2031.

Balance del mercado chileno del ácido sulfúrico

- Existen dos puntos de inflexión en el balance. El primero en el año 2024, como resultado de una producción de ácido en alza debido a las mejoras operativas de las fundiciones, señaladas en el apartado anterior, lo que conjuga con un consumo que crece levemente, haciendo que el déficit del mercado disminuya en un 13,3%.
- El siguiente punto de inflexión se observa en 2026, donde se observa un crecimiento de consumo de 5,3%, de la mano de una disminución importante la producción debido al cierre de NORACID. Luego de este año, se acentúa la menor necesidad de ácido importado en el balance, llegando al cierre del periodo de análisis con un mercado excedentario. Es así como, hacia el 2031, se espera un déficit de menos de mil toneladas de ácido sulfúrico, donde el cambio a excedentario debiese ocurrir al año siguiente del analizado.
- Es importante destacar que, si bien recientemente se ha aprobado la idea de legislar el cierre paulatino de Ventanas, esto ocurrirá de tal forma que la salida de dicha fundición no afectará las proyecciones de producción de ácido hasta por lo menos el cierre del periodo de análisis de este informe, por lo cual podríamos ver un impacto recién en la actualización 2023 de este trabajo

Precio futuro del ácido sulfúrico

- En 2022, se continúa con la tendencia al alza del periodo anterior, influenciadas particularmente por el conflicto bélico de Ucrania y Rusia que ha paralizado la refinación de petróleo, sumado a algunas dificultades operacionales en las fundiciones chinas, alcanzando el precio promedio más alto registrado desde 2010, con un valor de 261,9 US\$/ton.
- Con los antecedentes recopilados a la fecha, se espera que el precio promedio 2022 cierre con valores cercanos a los 220 – 225 US\$/ton CIF, pero a largo plazo, el precio debería ajustarse levemente a la baja con valores promedio en torno a los 88 – 90 US\$/ton CIF promedio hacia el 2027.



Anexos

A1: Metodología

El presente capítulo muestra las notas metodológicas que inciden en la confección del presente informe, desde la cobertura del mismo hasta los criterios de segmentación en el análisis de la data expuesta.

A1.1. Cobertura

El marco de referencia es el mercado chileno en términos de producción, consumo y comercio exterior del ácido sulfúrico. Para ello, la información es recopilada a través de una consulta formal a las principales compañías nacionales productoras y consumidoras de ácido sulfúrico sobre sus perfiles estimados de producción y/o consumo para próximo decenio, cuyas respuestas se hasta el primer trimestre del año en curso. Por lo tanto, el balance nacional del ácido sulfúrico excluye las consideraciones sobre el mercado peruano, sin perjuicio de consignar que este es el origen de la mayor cantidad de importaciones de ácido sulfúrico.

Aunque es necesario reconocer la dificultad que representa para las empresas proyectar sus perfiles de producción y/o consumo por tan largo plazo y la consecuente incerteza en las cifras más lejanas proyectadas, el valor que se procura dar a la información radica en pesquisar los cambios de tendencias que se pueden registrar en el largo plazo que podría afectar a la magnitud del balance del mercado y su condición deficitaria.

La información sobre comercio exterior histórica fue obtenida de fuentes públicas, a partir de datos del Servicio de Aduanas.

A1.2. Criterio de segmentación

Con el fin de analizar la data recopilada, en el presente subcapítulo se muestran los criterios de segmentación utilizados, desde las consideraciones para definir nivel de certeza de los perfiles de producción y consumo de ácido sulfúrico, los periodos de tiempo considerados y la información utilizada para caracterizar a los actores del mercado.

A1.2.1. Según su nivel de certeza

Para efectos de la proyección se definen casos que varían en función del grado de certeza que se le asigna a los antecedentes disponibles. La mayor certeza se le asigna a los datos aportados para las operaciones y proyectos ya en construcción. Adicionalmente se dispone de los datos correspondientes a los proyectos potenciales que las empresas, consumidoras o productoras, tienen en estudio con la intención de poner en marcha, aunque todavía no cuentan con la aprobación para su construcción.



Estos nuevos datos son más inciertos, pues algunos de ellos pueden realizarse sólo parcialmente o nunca.

En función del grado de confianza de los antecedentes disponibles se construyen cuatro casos posibles, los que se señalan a continuación.

- a) Caso base: Considera sólo los perfiles anuales de producción y consumo de las operaciones vigentes, más las que se encuentran en construcción, en virtud de los cuales se determina el balance resultante para el período.

Estos antecedentes constituyen la base de la proyección, porque sus respectivos perfiles sólo dependen del devenir de cada una de las actividades en marcha.

Desde este piso se construyen los siguientes casos hipotéticos agregando los perfiles potenciales cuyos pronósticos obtenidos de los proyectos tienen una menor certeza en las cantidades anuales estimadas y/o en la oportunidad que se pongan en marcha.

- b) Caso consumo máximo: A partir del caso base, se define un caso intermedio agregándole al caso base los antecedentes recogidos de los proyectos mineros potenciales en carpeta, es decir, que se encuentran en estudio con diversos grados de avances, pero no cuentan aún con la decisión de invertir en su construcción y puesta en marcha.

En este caso se trabaja con los perfiles máximos de consumo, manteniendo los perfiles básicos de producción y se calcula el nuevo saldo resultante para cada año del período.

Como los perfiles de consumo potencial tienen un buen grado de probabilidad de materializarse, este hipotético caso permite apreciar las disponibilidades de abastecimiento de ácido nacional en el caso más adverso, donde la oferta correspondería sólo a las plantas actuales.

- c) Caso producción máxima: Del mismo modo, a partir del caso básico, se define un segundo caso intermedio agregándole ahora solo los proyectos de nuevas plantas productoras en estudio, es decir, que se encuentran con diversos grados de avances, pero no cuentan aún con la decisión de invertir en su construcción y puesta en marcha.

En este caso, se trabaja con los perfiles máximos de producción, manteniendo los perfiles básicos de consumo y se calcula el nuevo saldo resultante para cada año del período.

Ello permite observar el espacio de mercado disponible en el caso más adverso donde la demanda sería sólo de las operaciones vigentes.

- d) Caso potencial o balance máximo: Finalmente se define un cuarto caso hipotético, sumando a los respectivos perfiles base, los perfiles potenciales de producción y de consumo de ácido sulfúrico que aportarían los proyectos que tienen en estudio los productores de ácido y los consumidores mineros.

Aunque los perfiles potenciales son más inciertos de cumplirse, este caso permite apreciar el potencial máximo de producción y consumo de ácido sulfúrico en el territorio nacional para el próximo decenio, junto con determinar la factibilidad que se produzca el cambio estructural en el mercado chileno del ácido sulfúrico, desde un balance deficitario a uno con excedente.



A1.2.2. Según el desarrollo cronológico

El período de proyección se ha segmentado en tres sub-períodos consecutivos para captar como iría variando el comportamiento del mercado.

- a) Corto plazo (2022 – 2023): Corresponde al bienio más inmediato en cual incluye las operaciones vigentes, lo que confiere un alto grado de certeza.
- b) Mediano Plazo (2024 – 2026): En este trienio aparecen los proyectos potenciales consumidores y de producción, cuya magnitud y oportunidad en que se materializarían puede estar sujeta a cambios en los próximos años. Su interés radica en los efectos que pueden acarrear la puesta en marcha de este tipo de proyectos, con lo que disminuye el grado de certeza de la proyección.
- c) Largo plazo (2027 – 2031): Aunque las proyecciones para el quinquenio final se hacen más inciertas, su interés principal radica en los efectos de la declinación de varias operaciones de lixiviación y el probable cambio en la situación de déficit estructural hacia un excedente.

A1.3. Caracterización de las empresas productoras y/o consumidoras de ácido sulfúrico

Para efectos de caracterizar tanto a los productores de ácido sulfúrico como a los consumidores, es que cada uno se caracteriza de acuerdo a los siguientes atributos:

- a) Región: lugar de emplazamiento de la operación productora y/o consumidora de ácido sulfúrico.
- b) Propietario: Nombre del propietario principal de la operación productora y/o consumidora de ácido sulfúrico.
- c) Operación: Nombre de la faena productora y/o consumidora de ácido.
- d) Tipo de propiedad: Si la operación productora y/o consumidora de ácido es de capitales privados o estatales.
- e) Destino: Destino de la producción, en caso de las operaciones productoras de ácido. Esta puede ser para autoabastecimiento de sus propias faenas consumidoras en la misma región y/o como oferta comercial disponible para venta a terceros.
- f) Tipo de industria: En el caso de las operaciones consumidoras, se identifica en qué tipo de industria se utiliza el ácido consumido: minería del cobre, minería no metálica o uso industrial, específicamente celulosas o industria química, aunque a partir de este año se incluyen pequeños consumos en plantas de osmosis de desaladoras de agua de mar.
- g) Condición: La cual puede ser base o potencial. Base corresponde a aquellas operaciones, productoras o consumidoras de ácido, vigentes, mientras que “Potencial” considera a aquellos proyectos que tienen en estudio los productores de ácido y los consumidores mineros.



A2: Principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile

A2.1. Principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile

A continuación se revisarán los principales productores y consumidores de ácido sulfúrico en Chile, caracterizándolos según sus atributos⁵.

A2.1.1. Plantas de producción de ácido sulfúrico

En el mercado chileno existen tres tipos de orígenes de producción de ácido sulfúrico: fundiciones de cobre, por el procesamiento de minerales sulfurados; plantas metalúrgicas, como por ejemplo las plantas de molibdeno o tostación de concentrados con alto contenido de arsénico, y por último, producto de quemadores de azufre. La Tabla 7 muestra las principales empresas productoras de ácido sulfúrico en Chile, ordenadas según origen.

Tabla 7: Principales empresas productoras de ácido sulfúrico en Chile

REGIÓN	PROPIETARIO PRINCIPAL	OPERACIÓN	TIPO DE PROPIEDAD		DESTINO		CONDICIÓN	
			Estatal	Privada	Autoabast.	Oferta	Base	Potencial
Fundiciones de cobre								
Antofagasta	Glencore	Altonorte		X	X	X	X	
Antofagasta	Codelco	Chuquicamata	X		X	X	X	
Atacama	Codelco	Potrerrillos	X		X	X	X	
Atacama	Enami	Paipote	X		X	X	X	X
Valparaíso	Anglo American	Chagres		X	X	X	X	
Valparaíso	Codelco	Ventanas	X		X	X	X	
O'Higgins	Codelco	Caletones	X		X	X	X	
Otras Plantas Metalúrgicas								
Antofagasta	Codelco	Ministro Hales (Tostador)	X		X	X	X	
Antofagasta	Molyb	Planta tratamiento Mo		X		X		X
Antofagasta	Molynor	Planta Mo Mejillones		X	X	X	X	X
Metropolitana	Molymet	Planta Mo Nos		X	X	X	X	
Quemadores de azufre								
Tarapacá	Haldeman	Sagasca		X	X	X		X
Antofagasta	Noracid	Mejillones		X		X	X	

Fuente: Elaborado en COCHILCO, 2021.

Para efectos del análisis de la producción proyectada de ácido sulfúrico, todas las operaciones vigentes se considerarán en condición base. Todo proyecto que se vaya a materializar en el periodo de análisis, sin considerar en el estado de ingeniería o permisos ambientales, se consideran para el caso potencial.

⁵ Ver anexo A1.3. Caracterización de las empresas productoras y/o consumidoras de ácido sulfúrico



A2.1.2. Principales operaciones y proyectos consumidores de ácido sulfúrico

Para efectos de destacar los consumidores más importantes de ácido sulfúrico, en la Tabla 8 se muestran aquellas operaciones y proyectos con consumos mayores a 13 mil toneladas de ácido⁶, destacando sus atributos principales.

Tabla 8: Principales operaciones consumidoras de ácido sulfúrico en Chile

REGIÓN	PROPIETARIO PRINCIPAL	OPERACIÓN	TIPO DE PROPIEDAD		TIPO INDUSTRIA	CONDICIÓN	
			Estatal	Privada		Base	Potencial
Autoabastecimiento							
Antofagasta	CODELCO	Chuquicamata	X		Cobre	X	
Antofagasta	CODELCO	Radomiro Tomic	X		Cobre	X	
Antofagasta	CODELCO	Ministro Hales	X		Cobre	X	
Antofagasta	Glencore	Lomas Bayas		X	Cobre	X	
Atacama	CODELCO	Salvador	X		Cobre	X	
Atacama	ENAMI	Plantas varias	X		Cobre	X	
Valparaíso	CEMIN	Amalia-Catemu			Cobre	X	
Metropolitana	Anglo American Sur	Los Bronces		X	Cobre	X	
Abastecimiento externo							
Arica y Parinacota	Pampa Camarones	Pampa Camarones		X	Cobre	X	
Arica y Parinacota	Quiborax	Quiborax		X	No Met.	X	
Tarapacá	BHP BILLITON	Cerro Colorado		X	Cobre	X	X
Tarapacá	Haldeman	Sagasca		X	Cobre		X
Tarapacá	Teck	Quebrada Blanca		X	Cobre	X	
Antofagasta	Mantos Copper	Mantos Blancos		X	Cobre	X	
Antofagasta	AMSA	Minera Centinela - El Tesoro		X	Cobre	X	
Antofagasta	AMSA	Encuentro Óxidos		X	Cobre		X
Antofagasta	AMSA	Zaldivar		X	Cobre	X	
Antofagasta	BHP BILLITON	Escondida		X	Cobre	X	
Antofagasta	BHP BILLITON	Spence		X	Cobre	X	
Antofagasta	CODELCO	Gaby	X		Cobre	X	
Antofagasta	Freeport McMoRan	El Abra		X	Cobre	X	
Antofagasta	Las Cenizas	Taltal óxidos		X	Cobre	X	
Antofagasta	Mantos de la Luna	Grace		X	Cobre	X	
Antofagasta	KGHM	Sierra Gorda Óxidos		X	Cobre		X
Antofagasta	KGHM	Franke		X	Cobre	X	
Atacama	Mantos Copper	Mantoverde		X	Cobre	X	
Atacama	Sierra Norte	Diego de Almagro		X	Cobre		X
Atacama	Pucobre	Biocobre		X	Cobre	X	
Coquimbo	Pucobre	El Espino		X	Cobre		X
Coquimbo	Sproot Resources	Tres Valles		X	Cobre	X	
Metropolitana	Industrias Químicas	Varios		X	Industrial	X	
Sur	Celulosas	Varios		X	Industrial	X	

Fuente: Elaborado en Coquimbo.

Las operaciones actuales son consideradas bajo el atributo condición como “Base”, mientras que los proyectos que a la fecha de esta encuesta aun no entran en construcción o con estudios de factibilidad/prefactibilidad en curso son considerados como iniciativas del tipo “Potencial”.

⁶ El estudio estima a más consumidores menores, de tipo minería no metálica, del cobre y otros sectores industriales.



A3: Unidades de medida y abreviaciones

Peso y medida

g	Gramo
kg	Kilogramo
t	Tonelada métrica
kt	Miles de toneladas métricas
Mt	Millones de toneladas métricas
oz	Onza troy
koz	Miles de onzas troy
Moz	Millones de onzas troy
lb	Libra
Mlb	Millones de libras
m	Metro
km	Kilómetro
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico

Elementos químicos y minerales

Ag	Plata
Au	Oro
Cu	Cobre
Cu cát	Cátodos de cobre
Cu conc	Cobre contenido en concentrados
Cu _{Eq}	Cobre equivalente
Fe	Hierro
Fsp	Feldespatos
H ₃ BO ₃	Ácido bórico
H ₂ SO ₄	Ácido sulfúrico
KCl	Cloruro de potasio
KNO ₃	Nitrato de potasio
LiCl	Cloruro de litio
NaNO ₃	Nitrato de sodio
Mo	Molibdeno
TiO ₂	Dióxido de titanio (Rutilo)

Concentración y tasas de producción

gpt	Gramos por tonelada
ppm	Partes por millón
oz/a	Onzas troy por año
koz/a	Miles de onzas troy por año
Moz/a	Millones de onzas troy por año
kg/a	Kilogramos por año
tph	Toneladas métricas por hora
tpd	Toneladas métricas por día
tpm	Toneladas métricas por mes
tpa	Toneladas métricas por año
ktpa	Miles de toneladas por año
Mtpa	Millones de toneladas por año

Procesos e insumos

g/L	Gramos por litro
kg/L	Kilogramos por litro
l/s	Litros por segundo
l/m	Litros por mes
kV	Kilovoltios
kVA	Kilovoltio-amperios
GWh	Gigawatt-hora
MWh	Megawatt-hora

Procesos de producción

Flot	Flotación
Lix	Lixiviación
Sx	<i>Solvent extraction</i> (Extracción por solventes)
Ew	<i>Electrowinning</i> (Electro-obtención)

Moneda y precios

US\$	Dólar estadounidense
MUS\$	Miles de dólares estadounidenses
MMUS\$	Millones de dólares estadounidenses
US\$/lb	Dólares por libra
cUS\$/lb	Centavos de dólar por libra
US\$/oz	Dólares por onza troy

Abreviaciones geográficas

m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
UTM	<i>Universal Transversal Mercator</i>

Tipos de sociedades

Cía.	Compañía
Inc.	<i>Incorporated</i>
Int.	<i>International</i>
Ltda.	Limitada
Ltd.	<i>Limited</i>
S.A.	Sociedad anónima
SCM	Sociedad contractual minera
CCM	Compañía contractual minera

Otras

Ind.	Industrial
Min.	Mineral
RCA	Resolución de calificación ambiental
DIA	Declaración de impacto ambiental
EIA	Estudio de impacto ambiental
SAG	Semiautógeno
API	Autorización de Proyectos de Inversión
PND	Plan de Negocios y Desarrollo.



Este trabajo fue elaborado en la
Dirección de Estudios y Políticas Públicas por

Cristian Cifuentes González

Analista de Estrategias y Políticas Públicas

Víctor Garay Lucero

Director de Estudios y Políticas Públicas (s)

Diciembre / 2022

